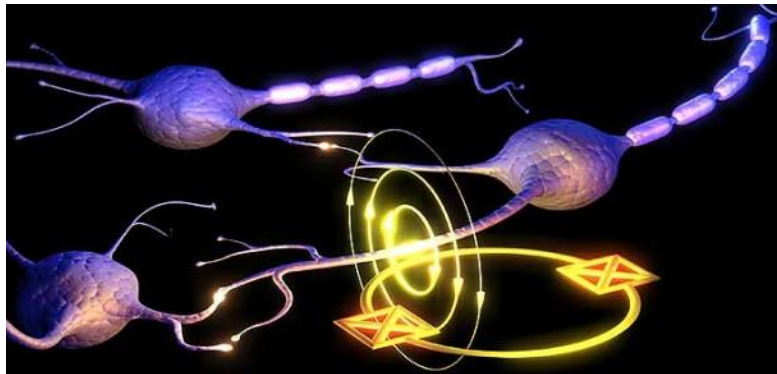


Grundlagen der medizinischen Biophysik

8. Vorlesung 30. 09. 2021

Magnetismus und elektromagnetische Induktion



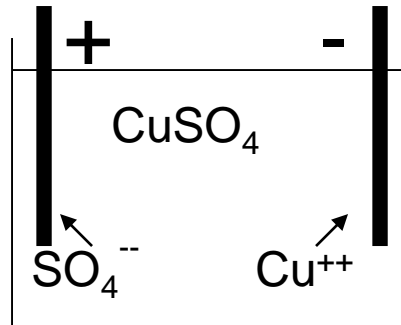
Wirkungen des elektrischen Stromes

- Wärmewirkung



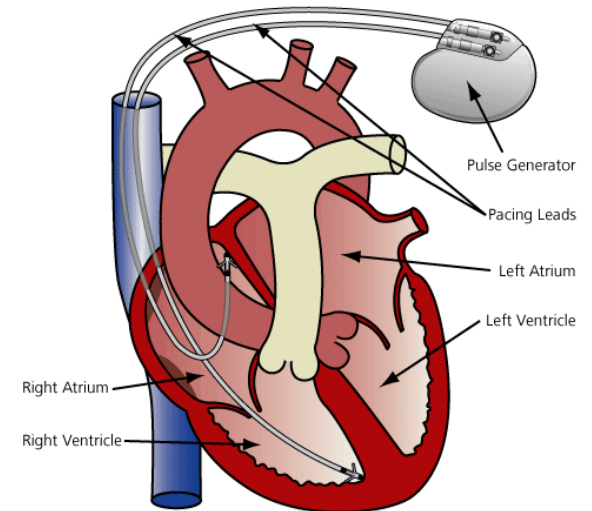
Behandlung mit
Kondensatorplatten
- hochfrequenter
Wechselstrom

- chemische Wirkung

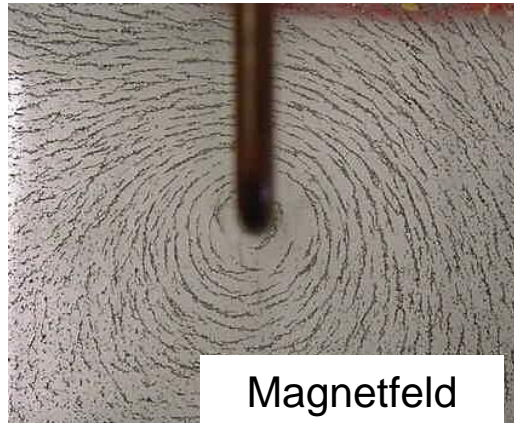


Elektrolyse -
Gleichstrom

- biologische Wirkung



- magnetische Wirkung



Magnetfeld



Herzschrittmacher -
Stromimpulse

Magnete

Grundsätzlich gibt es zwei Ursachen des Magnetismus:

- Permanente Magnete (z.B. natürlich magnetisierte Steine)
- Elektromagnete (durch bewegte Ladungsträger verursachte Magnetfelder)



Magnetisches Moment

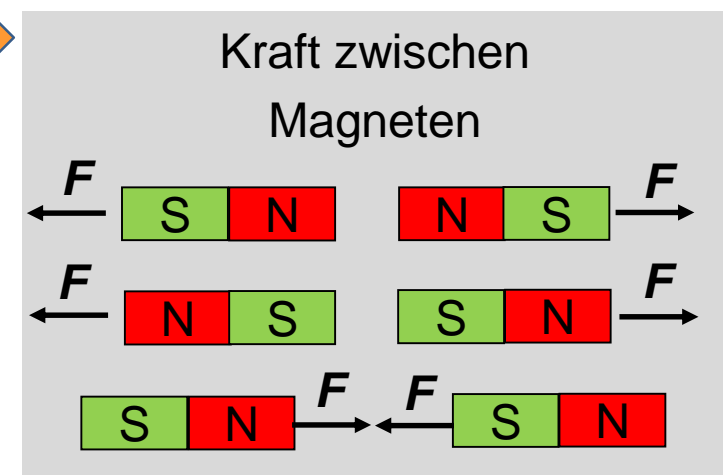
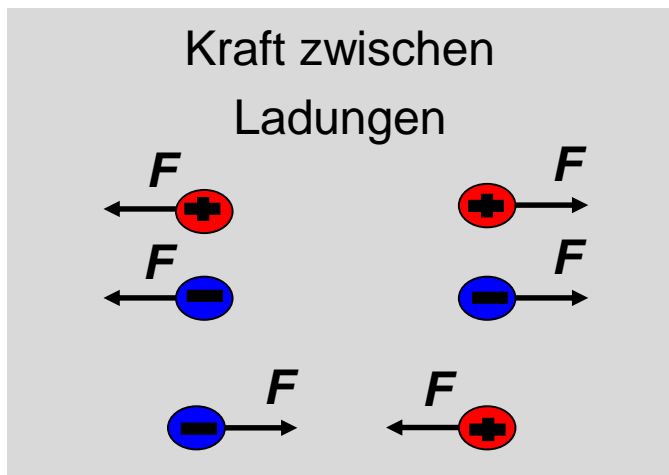
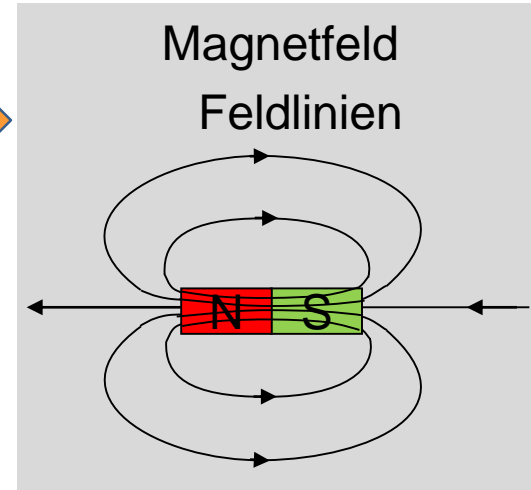
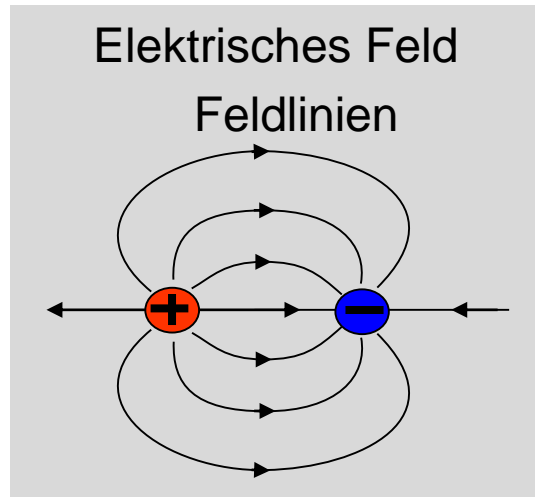
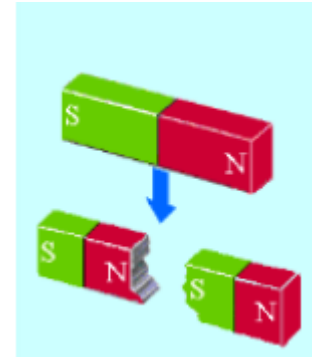
- Das magnetische Moment (**m oder μ**) beschreibt die Stärke eines Magneten
- Elektronen, Protonen und Neutronen innerhalb eines Atoms/Atomkerns besitzen ein magnetisches Moment, sie können als winzige Magnete betrachtet werden
- Magnete üben Kräfte aufeinander aus, die nicht durch andere Wechselwirkungen erklärbar sind: magnetische Wechselwirkung

Elektrische vs. magnetische Wechselwirkung

Ladung
+ -
trennbar

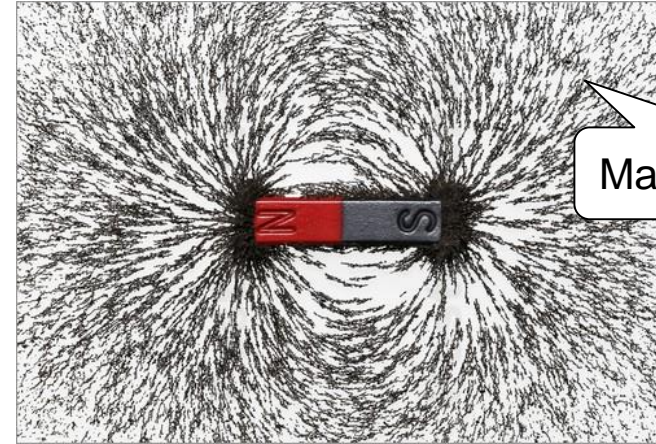


magnetischer Pol
Süd Nord
untrennbar !!!



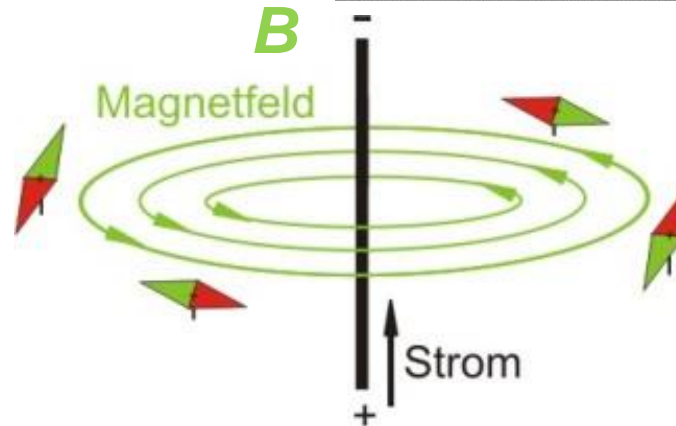
Magnetfeld und magnetische Flußdichte

- Das Magnetfeld übermittelt die Kraftwirkung zwischen Magneten



stromdurchflossener
Leiter

Magnetfeldlinien

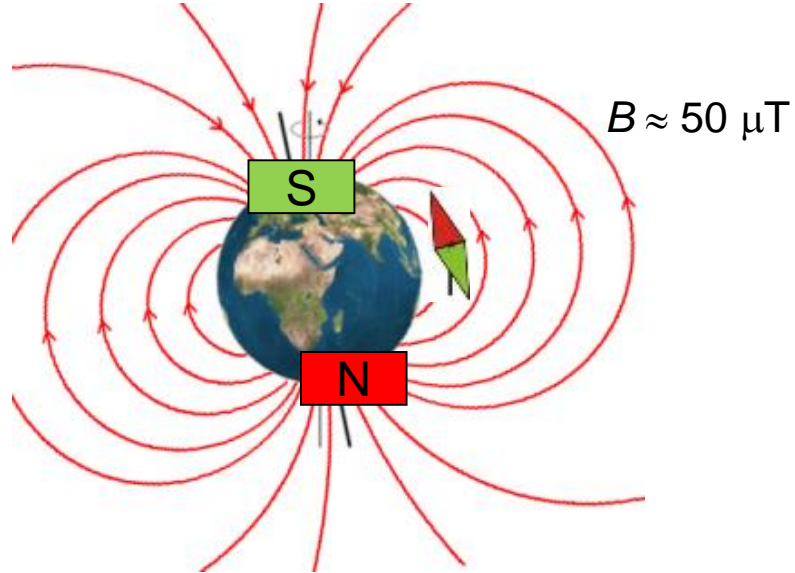


- Richtung der Feldlinien: Rechte-Hand-Regel (Schraubenzieher Regel)
- Je größer ist die Stromstärke, desto stärker wird das Magnetfeld

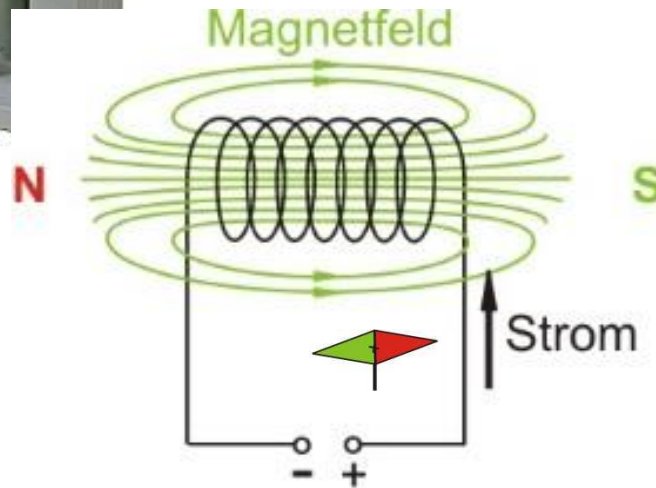
Magnetische Flussdichte (B), SI-Einheit: Tesla (T)

- Die magnetische Flussdichte B gibt die Stärke eines Magnetfeldes an

Beispiele:



Magnetresonanztomografie: $B \approx 1\text{-}10 \text{ T}$



Elektrischer Strom, bewegte elektrische Ladungen erzeugen Magnetfeld

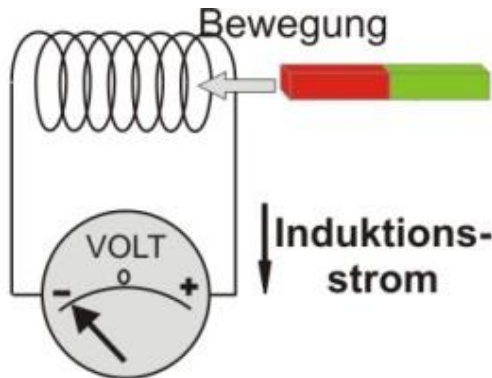
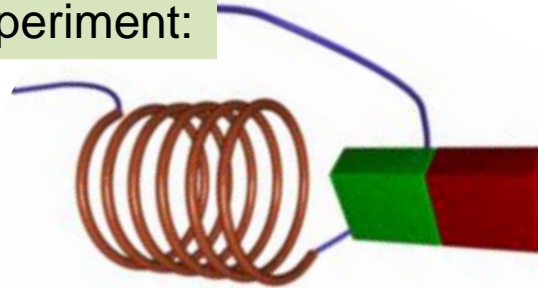
Magnetische Induktion

Bewegte elektrische Ladungen erzeugen Magnetfeld.



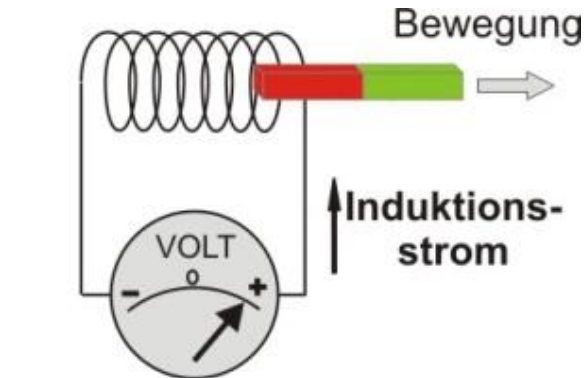
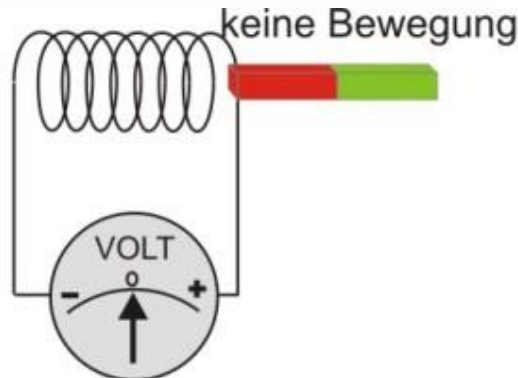
Können bewegte Magnete elektrisches Feld erzeugen und dadurch elektrische Ladungen bewegen? (Faraday)

Experiment:



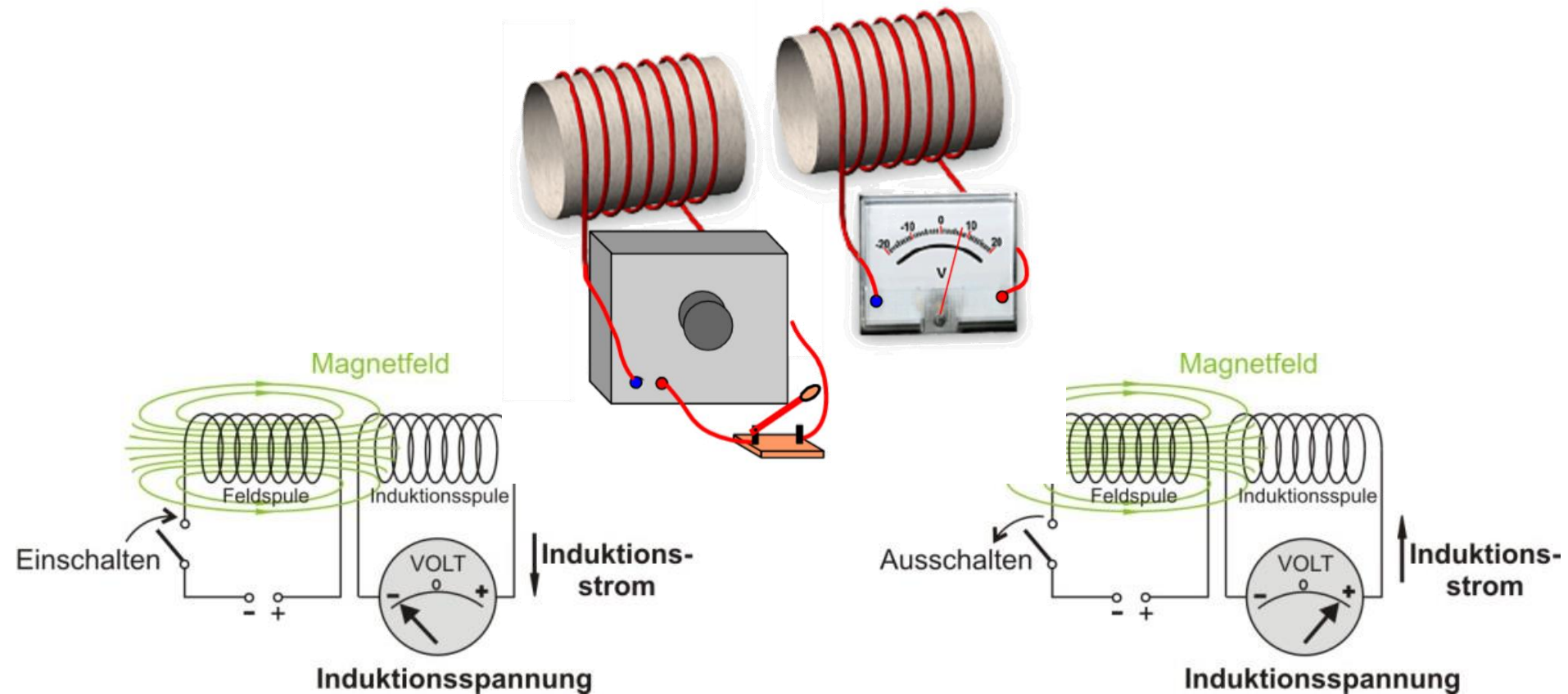
Induktionsspannung

Annäherung des Magnetes erzeugt Spannung!



Induktionsspannung

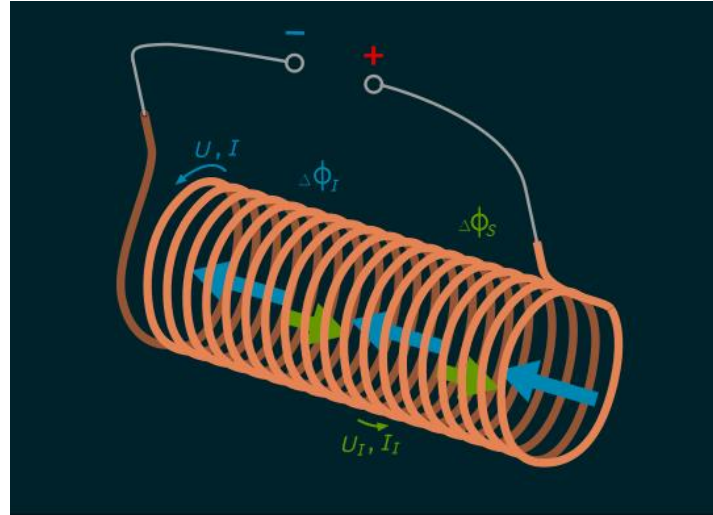
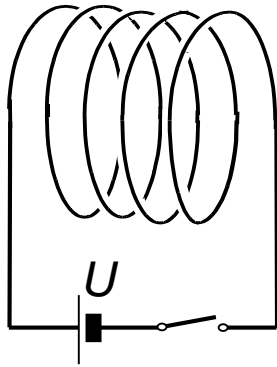
Entfernung des Magnetes erzeugt Spannung mit entgegengesetztem Vorzeichen



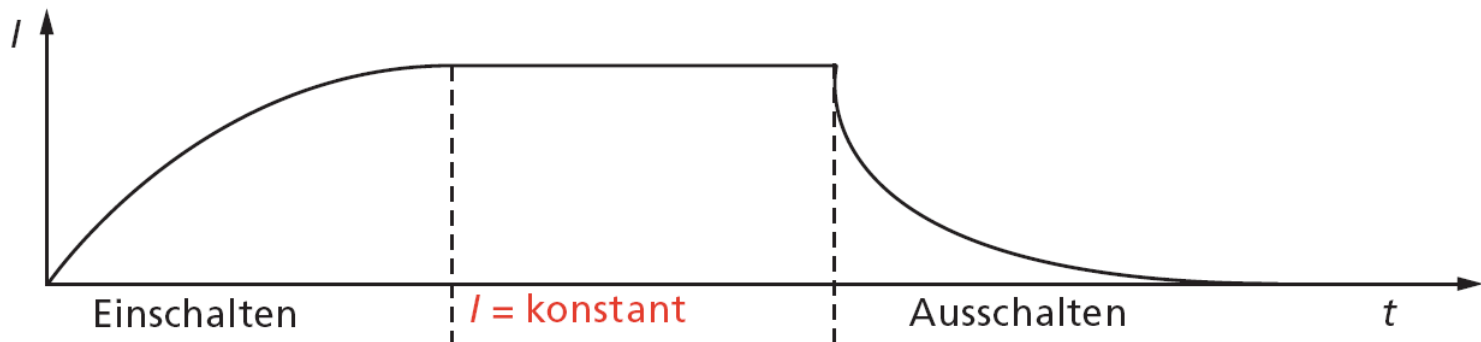
Sich ändernde Magnetfelder erzeugen elektrisches Feld

- Je schneller und je stärker sich das Magnetfeld ändert, desto größer ist die induzierte Spannung
- Der Induktionsstrom ist stets so gerichtet, dass er seiner Ursache entgegenwirkt (lenzsche Regel)

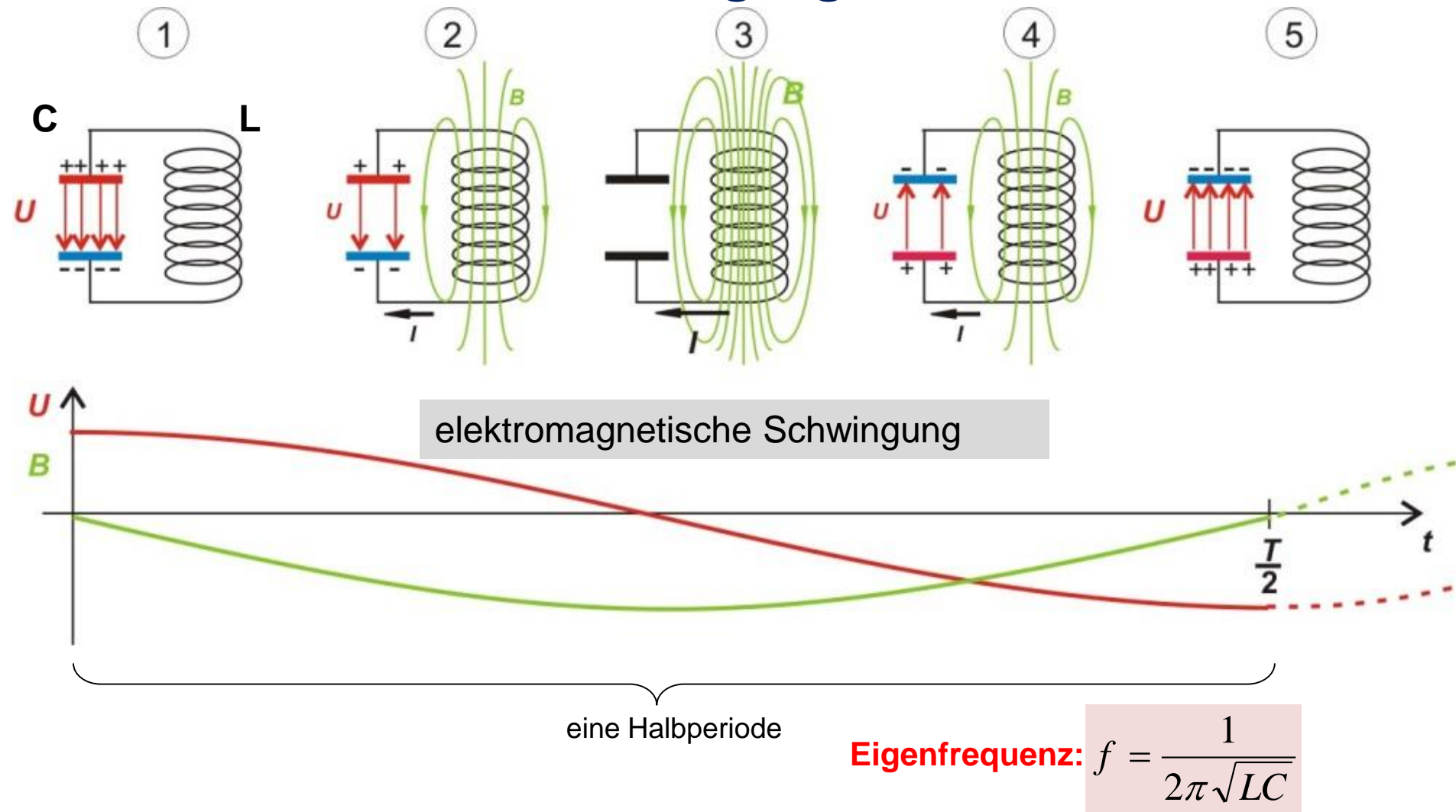
Selbstinduktion



- **Magnetische Induktion in der selben Spule**, die das Magnetfeld erzeugt (Feldspule = Induktionsspule)
- Typisch **beim Ein- und Ausschalten**
- Diese Eigenschaft einer Spule hängt von den Eigenschaften der Spule (Windungszahl, ...) und wird Induktivität (L) genannt

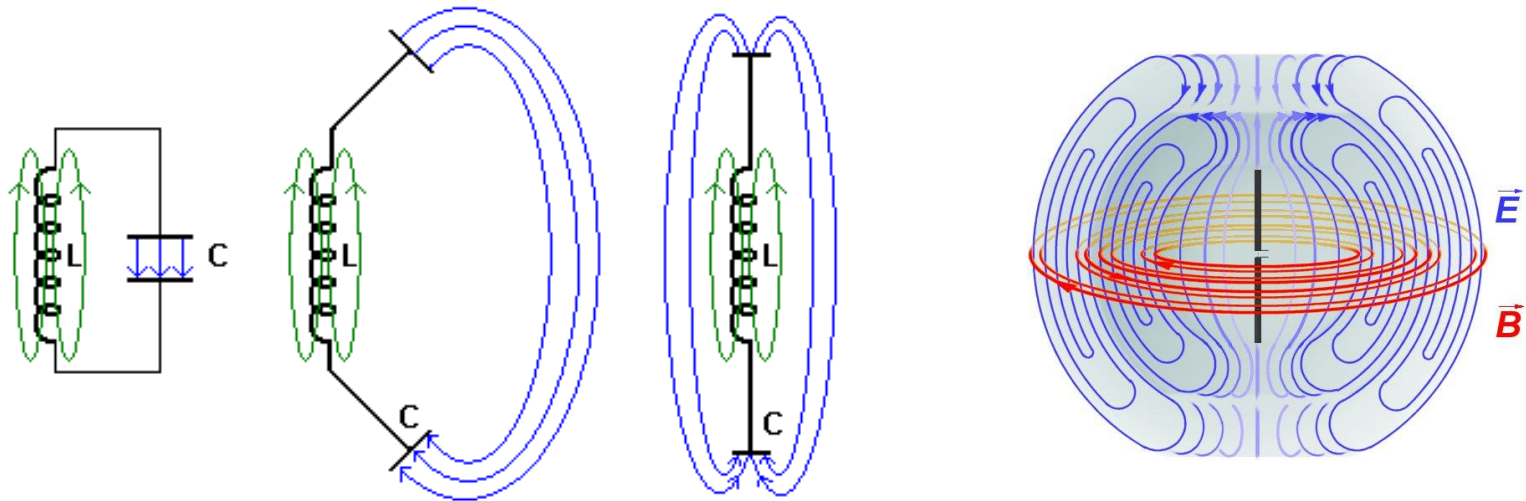


Schwingkreis (LC-Kreis) – elektromagnetische Schwingungen

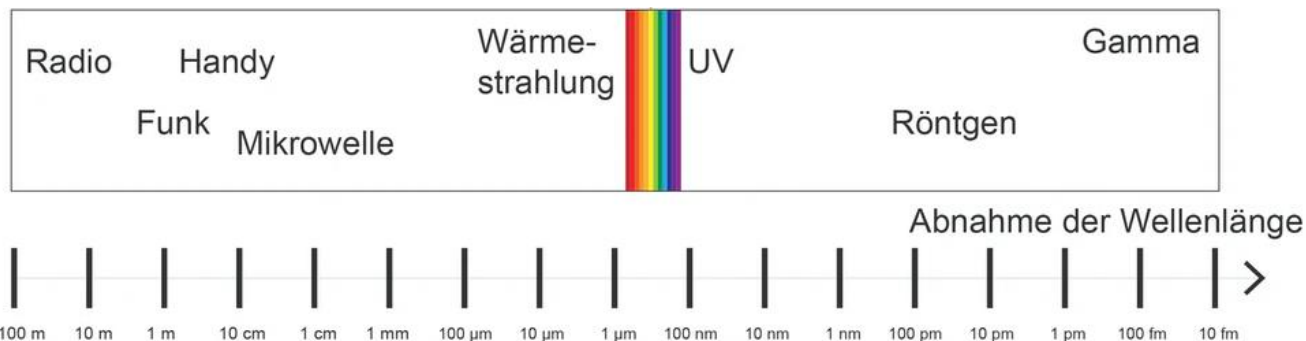


- Im Idealfall (Energieverluste ausgeschlossen) wird die Schwingung ungedämpft und sinusförmig
- In der Wirklichkeit muss man Energie zuführen die konstante Amplitude aufrechtzuerhalten

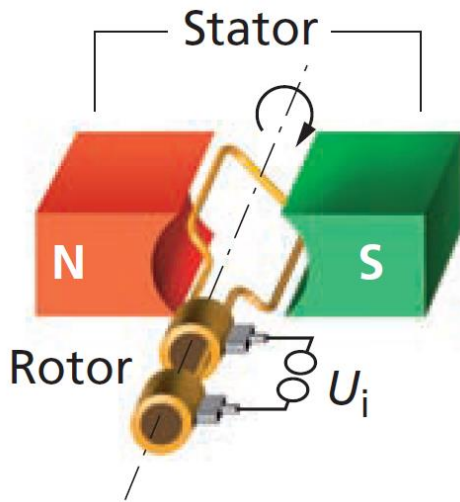
Elektromagnetische Welle



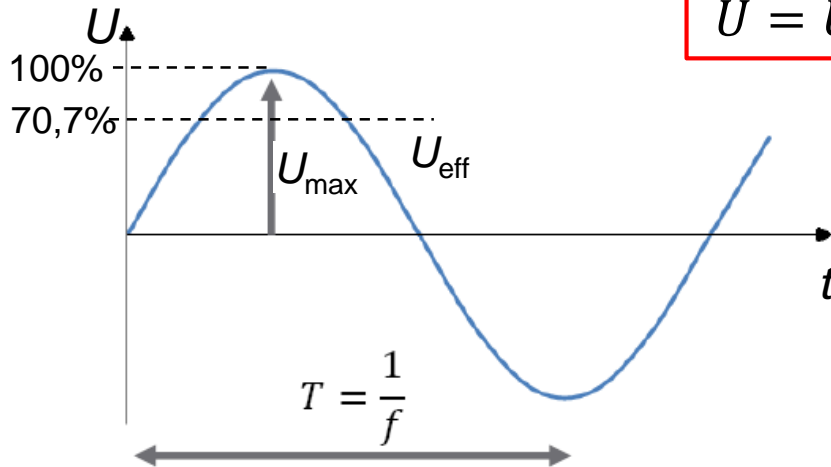
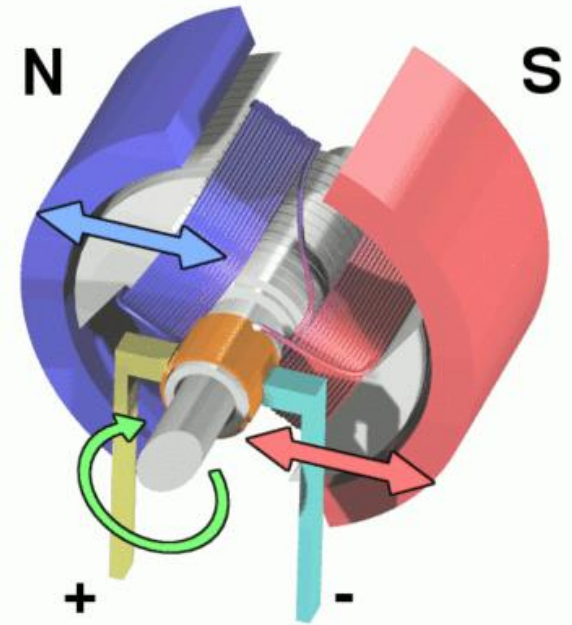
- **Wellen** aus gekoppelten **elektrischen** und **magnetischen** Feldern
- Das elektromagnetische Feld ist das schwingungsfähige Medium, sodass sich diese Wellen **auch im Vakuum** ausbreiten können
- Beschreiben **Transversalwellen** (die somit **polarisiert werden können**)
- Alle elektromagnetischen Wellen breiten sich **im Vakuum** mit derselben Geschwindigkeit, der **Lichtgeschwindigkeit** aus: **$c = 299\,792\,458\text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$**
- Wellenlängenbereiche: Radiowellen, Mikrowellen, Licht, Röntgenstrahlung Gamma-Strahlung



Wechselstrom



- Die Leiterschleife wird gedreht → **Induktionsspannung (U_i)** erscheint beim Ausgang der Leiterschleife



$$U = U_{\max} \cdot \sin \omega t$$

- U_{\max} ist der Maximalwert (= Amplitude) und wird auch **Scheitelwert** genannt
- ω ist die Kreisfrequenz: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$$

- Die **Wärmewirkung** von der Wechselspannung U ist gleich der Wärmewirkung der Gleichspannung U_{eff} .

Viel Erfolg zur Grundklausur!

